

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

Ключевые слова: планирование эксперимента, модификация, ткань, плазма, специальная одежда.

В работе рассматривается процесс проведения исследований с использованием математического метода планирования экспериментов для определения оптимальных параметров плазменной обработки качественных тканей, применяемых при изготовлении специальной одежды.

Keywords: experimental design, modification, tissue, plasma, special clothing.

We consider the process of the research, using a mathematical method of design of experiments to determine the optimal parameters of the plasma processing quality fabrics used in the manufacture of special clothing.

Введение

Развитие современной науки и техники связано с созданием новых и постоянным совершенствованием существующих научных и технологических процессов. Основой их разработки и оптимизации является эксперимент. Заметное повышение эффективности экспериментальных исследований достигается использованием математического метода планирования экспериментов. В процессе экспериментирования и при обработке полученных данных существенно сокращает сроки решения, снижает затраты на исследования и повышает качество полученных результатов [1].

Использование теории планирования эксперимента является одним из путей существенного повышения эффективности многофакторных экспериментальных исследований. Под планированием эксперимента понимают процедуру выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью [2]. Основные преимущества активного эксперимента связаны с тем, что он позволяет:

- минимизировать общее число опытов;
- выбирать четкие параметры обработки плазмой, последовательно определяемые экспериментатором при проведении исследования;
- использовать математический аппарат, формализующий многие действия экспериментатора;
- одновременно варьировать всеми переменными и оптимально использовать факторное пространство;
- организовать эксперимент таким образом, чтобы выполнялись многие исходные предпосылки регрессионного анализа.

Таким образом, в данной работе осуществлена попытка использовать метод планирования многофакторного эксперимента в исследовании влияния потока «холодной» плазмы пониженного давления на показатели физико-механических и защитных свойств ткани для специальной одежды «Премьер Standard 210» с целью сокращения критериев влияющих на плазменную обработку:

расход газа (G), давление в рабочей камере (P), мощность разряда (W_p) и продолжительность плазменной обработки (τ) [3]. Это затрудняет их регулирование и диагностику.

В нашем случае объектами исследования являлись ткань для специальной одежды «Премьер Standard 210», показатели качества которых зависели от основных обобщенных параметров воздействия потока «холодной» плазмы. Поэтому необходимо выбрать такие сочетания входных параметров установки (G , P , W_p , τ), чтобы можно было варьировать одним обобщенным параметром, оставляя показатели других постоянными.

Экспериментальная часть

На основе ранее проведенных экспериментальных данных, представленных в работе [4] установлены интервалы значений варьирования факторов, представляющие собой входные параметры плазменной установки, в которых выявлена объемная обработка исследуемых образцов текстильных материалов.

Интервалы варьирования параметров воздействия потоком «холодной» плазмы на разрывную нагрузку ткани смесовой «Премьер Standard 210» представлены в виде трехмерных графиков на рис. 1 - 2.

На рис. 1-2 представлены графики зависимостей P от G_{Ar} и $G_{Ar-пропан-бутан}$, которые имеют выпуклый экстремальный характер. Максимальное увеличение прочности текстильных материалов для специальной одежды из смесовой ткани с содержанием хлопка от 32 до 35 %, отслеживается в диапазоне расхода плазмообразующего газа аргон и смеси газов аргон-пропан-бутан от 0,03 до 0,06 г/с, а также при давлении в вакуумной камере от 13 до 55 Па. Дальнейшее увеличение параметров обработки выше указанных значений приводит к уменьшению показателей разрывной нагрузки образцов.

Экспериментально установлено, что в выбранном режиме обработки в материале для спецодежды показатель разрывной нагрузки максимально возрастает на 35 % преимущественно в плазмообразующем газе аргон.

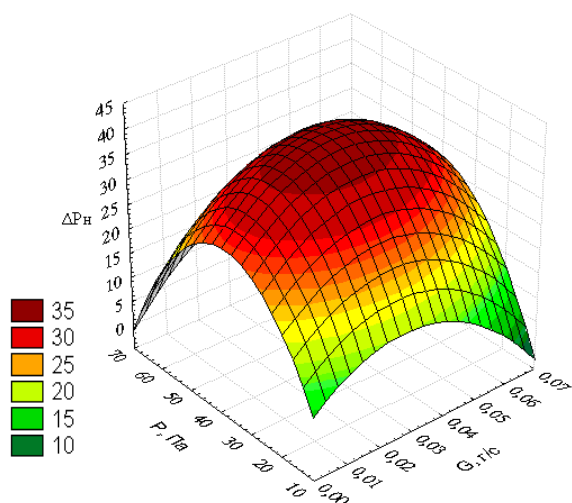


Рис. 1 – Влияние расхода плазмообразующего газа и давления в разрядной камере в плазмообразующем газе аргон на разрывную нагрузку ткани для специальной одежды ($W_p=1,7\text{ кВт}$; $t=6\text{ мин}$; $f=13,56\text{ МГц}$)

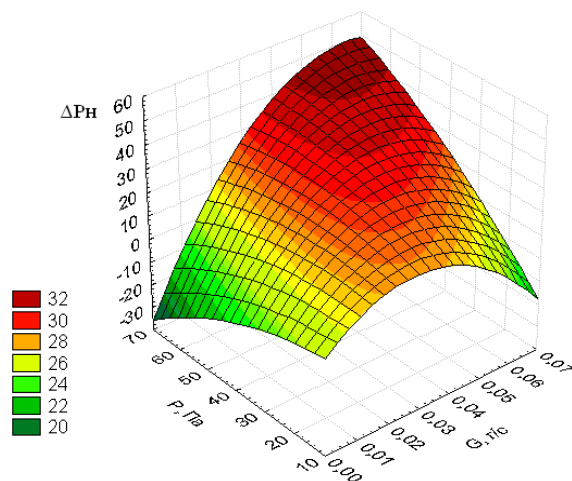


Рис. 2 – Изменение относительной разрывной нагрузки ткани для специальной одежды в зависимости от расхода плазмообразующего газа и давления в разрядной камере в смеси аргон-30% и пропан-бутан-30% ($W_p=1,7\text{ кВт}$; $t=6\text{ мин}$; $f=13,56\text{ МГц}$)

На основе проведенных экспериментальных исследований установлено, что использование потока «холодной» плазмы пониженного давления для модификации тканей с содержанием целлюлозосодержащих волокон хлопка, имеющих капиллярно-пористую структуру, дает возможность изменять параметры их воздействия, создавая различные сочетания (τ от G_{Ar} , от P и W_p и др.).

Вследствие анизотропности текстильных материалов из целлюлозосодержащих волокон полученные зависимости нелинейны и немонотонны. Они представляют собой сплайн – поверхности, на которых в виде точек выводятся данные экспериментов после воздействия в потоке

«холодной» плазмы пониженного давления, а затем по усредненным значениям строятся исходные поверхности.

В задачу планирования эксперимента также входили: подбор необходимых для эксперимента опытов, то есть построение матрицы планирования и выбор методов математической обработки результатов экспериментальных данных.

Математическую обработку результатов эксперимента проводили с использованием метода регрессионного анализа [5]. Поэтому при исследовании показателей качества МТМ решалась многофакторная задача, в которой изучаемое свойство объекта (Y) зависело от пяти факторов (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) и результаты оценивали с помощью статистического анализа в программе «Statistica 6.0» при доверительной вероятности, равной 0,95.

В итоге установления средних квадратичных отклонений установили, что погрешности измерений заметно превосходят экспериментальные погрешности, поэтому в последующих экспериментах погрешности не учитывали.

Закключение

На основе математической обработки результатов эксперимента установлено, что увеличение относительной разрывной нагрузки тканей для специальной одежды в плазмообразующем газе аргон увеличивается на 35 %, а в смеси газов аргон – пропан-бутан этот показатель увеличивается на 32% за счет увеличения межмолекулярного взаимодействия с участием различных функциональных групп, более полному протеканию релаксационных процессов и снижению остаточных напряжений как с изнаночной, так и лицевой стороны, а также возможной кристаллизации и выделению новых фаз.

Литература

1. Спирин Н.А., Лавров В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: конспект лекции Н.А. Спирина – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2004.- 257 с.
2. Планирование эксперимента – Режим доступа: URL: http://opds.sut.ru/electronic_manuals/pe/f053.htm.
3. Абдуллин И.Ш. Математическое моделирование процесса наноструктурирования полимерных дисперсий //И.Ш.Абдуллин, В.С.Желтухин, Э.А. Хамматова //Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 17. - с. 108-112.
4. Абдуллин И.Ш. Исследование влияния комплексного воздействия потока низкотемпературной плазмы на механические свойства натуральных полимерных материалов / И.Ш.Абдуллин, В.В.Хамматова, Е.В.Кумпан // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 16. - с. 144-147.
5. Шеромова, И. А. Исследование деформационных характеристик высокоэластичных материалов посредством цифровых технологий [Текст] /И.А. Шеромова, А.В. Новикова, А.С. Железняков // Швейная промышленность. – 2008. – № 2. – С. 34–37.